



⑯ Aktenzeichen: 101 15 196.9  
⑯ Anmeldetag: 27. 3. 2001  
⑯ Offenlegungstag: 17. 10. 2002

⑯ Anmelder:  
Pilkington Deutschland AG, 45884 Gelsenkirchen,  
DE

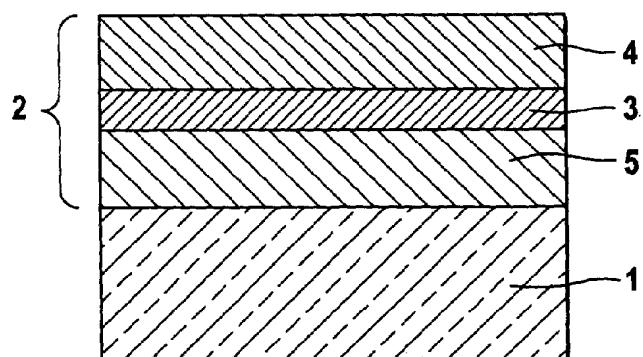
⑯ Erfinder:  
Paul, Thomas, Dr., 44625 Herne, DE; Nöthe, Axel,  
Dr., 44575 Castrop-Rauxel, DE; Müller, Dieter, 45891  
Gelsenkirchen, DE; Rißmann, Michael, Dr., 45721  
Haltern, DE; Hölscher, Heinz, Dr., 45711 Datteln, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Glasscheibe als Vorprodukt für eine thermisch vorgespannte und/oder gebogene Glasscheibe mit Sonnenschutz- und/oder Low-E-Beschichtung

⑯ Eine Glasscheibe als Vorprodukt für die Herstellung einer thermisch vorgespannten und/oder gebogenen Glasscheibe, mit einer Beschichtung (2), die mindestens eine Schichtfolge aus einer lichtdurchlässigen Silberschicht (3), einer unter der Silberschicht (3) angeordneten unteren Einbettungsschicht (5) und einer über der Silberschicht (3) angeordneten suboxidischen oberen Einbettungsschicht (4) umfaßt, ist dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens 3 nm dicke obere Einbettungsschicht (4) aus suboxidischem ITO (Indium-Zinn-Oxid) besteht.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Glasscheibe als Vorprodukt für die Herstellung einer thermisch vorgespannten u/o gebogenen Glasscheibe, mit einer Beschichtung, die mindestens eine Schichtfolge aus

- einer lichtdurchlässigen Silberschicht,
- einer unter der Silberschicht angeordneten unteren Einbettungsschicht und
- einer über der Silberschicht angeordneten suboxidierten oberen Einbettungsschicht

umfaßt. Sie bezieht sich außerdem auf ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Glasscheibe sowie eine daraus hergestellte thermisch vorgespannte u/o gebogene Glasscheibe mit Sonnenschutz- u/o Low-E-Beschichtung.

[0002] Für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen, zum Beispiel für Bau- oder Fahrzeugverglasungen, werden Glasscheiben benötigt, die zur Erzielung von Sicherheitseigenschaften vorgespannt u/o die gebogen sind. Bekanntlich ist es zum thermischen Vorspannen bzw. zum Biegen von Glasscheiben erforderlich, die Glasscheiben auf eine Temperatur nahe bzw. über dem Erweichungspunkt des verwendeten Glases zu erwärmen und sie danach entweder durch plötzliches Abkühlen vorzuspannen oder mit Hilfe von Biegeeinrichtungen zu biegen. Die hierfür erforderlichen Temperaturen liegen typischerweise bei etwa  $620 \pm 50^{\circ}\text{C}$ . Schwierigkeiten können dabei auftreten, wenn diese Glasscheiben mit Beschichtungen, insbesondere mit mindestens einer Funktionsschicht auf Basis von Silber, versehen werden sollen, z. B. um ihnen Sonnenschutz- u/o Low-E-Eigenschaften zu verleihen. Derartige Beschichtungen sind nämlich bekanntmaßen ohne weiteres nicht wärmebeständig. Zwar besteht grundsätzlich die Möglichkeit, derartige Beschichtungen erst nach der thermischen Behandlung auf die Glasscheibe aufzubringen. Das ist jedoch nicht frei von Nachteilen.

[0003] Es hat daher in der Vergangenheit eine Reihe von Versuchen gegeben, Beschichtungen mit mindestens einer lichtdurchlässigen Funktionsschicht auf Basis von Silber zu entwickeln, die auf plane Glasscheiben aufgebracht und anschließend einem thermischen Behandlungsschritt, insbesondere einem Vorspann- u/o Biegeprozeß, unterworfen werden können, ohne daß die Beschichtung dabei Schaden nimmt.

[0004] DE 36 28 057 A1 offenbart eine wärmebeständige Beschichtung als Dreischichtsystem aus einer unteren Einbettungsschicht aus mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dotiertem  $\text{ZnO}$ , einer Silberschicht und einer oberen Einbettungsschicht, ebenfalls aus mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dotiertem  $\text{ZnO}$ . Die beiden vollständig oxidierten Metalloxidschichten werden ausgehend von Metalloxidtargets mittels DC-Kathodenersteräubung in einer Beschichtungsatmosphäre hergestellt, die 0–20 Vol.% Sauerstoff enthält. Die Verfahrensführung erfolgt so, daß die Silberschicht bei der Herstellung der Beschichtung auch ohne die üblicherweise vorhandene Blockerschicht möglichst wenig mit Sauerstoff in Berührung kommt.

[0005] Aus der EP 0 229 921 A1 ist eine bieg- u/o vorspannbare Glasscheibe mit einer Beschichtung bekannt, die eine Schichtfolge aus einer lichtdurchlässigen Silberschicht und zwei metallischen Einbettungsschichten umfaßt. Als Materialien für die Einbettungsschichten werden die Übergangsmetalle Ta, W, Ni u/o Fe genannt.

[0006] Aus der EP 0 233 003 A1, von der die Erfindung ausgeht, ist eine bieg- u/o vorspannbare Glasscheibe mit einer Beschichtung bekannt, die eine Schichtfolge aus einer Silberschicht und zwei Einbettungsschichten umfaßt. Als

Materialien für die Einbettungsschichten werden die Übergangsmetalle Al, Ti, Zn, Ta u/o Zr genannt. Zwar ist nach dieser Veröffentlichung vorgesehen, daß die Einbettungsschichten möglichst sauerstofffrei hergestellt werden, doch können auch Suboxide der genannten Metalle zum Einsatz kommen, soweit sichergestellt ist, daß die Einbettungsschichten ein hinreichendes Sauerstoffdefizit aufweisen, um während der Wärmebehandlung in die Beschichtung eindifundierenden Sauerstoff aufzunehmen und dadurch die Silberschicht zu schützen.

[0007] Auch die EP 0 761 618 A1 offenbart eine bieg- u/o vorspannbare Glasscheibe mit einer Beschichtung, die zumindest eine Schichtfolge aus einer Silberschicht und zwei Einbettungsschichten umfaßt. Nach dieser Veröffentlichung werden die Einbettungsschichten so ausgewählt und dimensioniert, daß sie zur Sauerstoffaufnahme in ausreichendem Umfang fähig sind. Außerdem wird die Silberschicht in einer sauerstoffhaltigen Beschichtungsatmosphäre gesputtert. Als Materialien für die Einbettungsschichten werden Metalle, Metallegierungen, Suboxide, Nitride oder suboxidische Oxinitride genannt, deren Affinität zu Sauerstoff besonders hoch ist. Konkret werden genannt Ti, Al, W, Ta, Zr, Hf, Ce, V, Ni, Cr, Zn, Nb, deren Legierungen, Suboxide, Nitride oder suboxidische Nitride.

[0008] EP 0 963 960 A1 lehrt im gleichen Zusammenhang die Verwendung von Einbettungsschichten aus Suboxiden von Metallegierungen aus zwei Metallen. Als einziges konkretes Beispiel wird Ni-Cr-Suboxid genannt. Es hat sich gezeigt, daß bei der Verwendung von Einbettungsschichten aus NiCr-Suboxiden entweder im Falle einer großen Dicke der Einbettungsschichten die Lichtdurchlässigkeit des fertigen Produktes zu wünschen übrig läßt oder bei geringeren Dicken während der Wärmebehandlung ein unerwünscht hoher Streulichtanteil des transmittierten Lichts (auch "Schleier" genannt; englisch: haze) auftritt, der auf eine teilweise Zerstörung der Silberschicht hinweist.

[0009] Aus anderen Zusammenhängen sind Beschichtungen bekannt, bei denen beiderseits einer Silberschicht Schichten aus vollständig oxidiertem ITO vorgesehen sind (DE 33 16 548 A1, EP 0 599 071 A1, EP 0 378 917 A1, DE 27 50 500 A1, DE 37 04 880 A1, DE 195 33 053 A1). Zum Teil werden die vorbekannten Beschichtungen zur Reduzierung des Flächenwiderstands der Silberschicht bei Temperaturen von bis zu etwa  $300^{\circ}\text{C}$  wärmebehandelt. Die vorbekannten Beschichtungen sind allerdings nicht bei Temperaturen wärmebeständig, wie sie für das Biegen oder Vorspannen von Glasscheiben erforderlich sind.

[0010] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine Glasscheibe mit einer wärmebeständigen Beschichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die als Vorprodukt für die Herstellung einer thermisch vorgespannten u/o gebogenen Glasscheibe mit einer Sonnenschutz- u/o Low-E-Beschichtung verwendbar ist. Die eine oder mehrere der genannten Schichtfolgen umfassende Beschichtung soll besonders wirtschaftlich herstellbar sein und die Herstellung von thermisch vorgespannten u/o gebogenen Glasscheiben mit hoher Lichtdurchlässigkeit und niedriger Emissivität u/o mit guten Sonnenschutzeigenschaften, d. h. niedriger Energiedurchlässigkeit bei gleichzeitig möglichst hoher Lichtdurchlässigkeit, ermöglichen. Dabei soll der Streulichtanteil in Transmission der beschichteten und wärmebehandelten Glasscheibe möglichst gering sein. Die Beschichtung soll außerdem ausreichend mechanisch und chemisch beständig sein, um eine Lagerung und die erforderlichen Transfers und ggf. Reinigungsprozesse des beschichteten Vorprodukts bis zur Wärmebehandlung ohne aufwendige Schutzmaßnahmen unbeschadet überstehen zu können. Es soll außerdem ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer thermisch

vorgespannten u/o gebogenen Glasscheibe mit einer Sonnenschutz- u/o Low-E-Beschichtung angegeben werden.

[0011] Die Lösung des Problems ist Gegenstand von Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen finden sich in den Unteransprüchen 2 bis 13 und 26. Hinsichtlich des Verfahrens ist die Lösung des Problems in den Ansprüchen 14 bis 25 angegeben.

[0012] Überraschenderweise gelingt es durch die Verwendung einer oberen Einbettungsschicht mit einer Dicke von mindestens 3 nm aus suboxidischem ITO (Indium-Zinn-Oxid), die eine oder mehrere dieser Schichtfolgen umfassende Beschichtung ausreichend wärmebeständig zu machen, so daß übliche Vorspann- u/o Biegeprozesse nicht zur Zerstörung der Silberschicht(en) führen. Bevorzugt besteht die untere Einbettungsschicht ebenfalls aus derartigem suboxidischem ITO.

[0013] Das Sauerstoffdefizit und die Dicke der oberen Einbettungsschicht werden dabei bevorzugt so eingestellt, daß während eines nachfolgenden thermischen Vorspann- u/o Biegeprozesses der Flächenwiderstand der Beschichtung gleichbleibt oder abnimmt, die Lichtdurchlässigkeit der fertig beschichteten Glasscheibe zunimmt und der Streulichtanteil der beschichteten Glasscheibe 0,5% nicht überschreitet.

[0014] Die Zunahme der Lichtdurchlässigkeit, die meist mehrere Prozent beträgt, wird dabei zumindest teilweise durch das Aufoxidieren der suboxidischen ITO-Einbettungsschicht(en) verursacht, während das Gleichbleiben bzw. die im Regelfall auftretende Abnahme des Flächenwiderstands der Beschichtung signalisieren, daß die Silberschicht(en) die Wärmebehandlung unzerstört übersteht (überstehen). Erfahrungsgemäß beschichtete Glasscheiben zeigen außerdem nach der Wärmebehandlung sehr niedrige Werte für den Streulichtanteil in Transmission. Er liegt bei den von der Anmelderin untersuchten Beschichtungen regelmäßig deutlich unter 0,5%, meist im Bereich von nur etwa 0,1%. Es hat sich gezeigt, daß der Streulichtanteil ein guter Frühindikator für den Beginn von Schichtzerstörungen ist.

[0015] Besonders gute Ergebnisse werden erzielt, wenn das Atomverhältnis von In zu Sn in der oberen sowie gegebenenfalls der unteren Einbettungsschicht bei 80 : 20 bis 99 : 1 liegt, vorzugsweise bei etwa 90 : 10. ITO-Schichten mit derartigen Atomverhältnissen sind für leitfähige Elektrodenschichten weit verbreitet. Dies hat den Vorteil, daß die für die Herstellung der Beschichtung benötigten Materialien, insbesondere Targets für die Magnetron-Kathodenzerstäubung, in ausreichender Menge zur Verfügung stehen.

[0016] Dabei wird das Sauerstoffdefizit der Einbettungsschicht(en) bevorzugt so eingestellt, daß diese beim thermischen Vorspannen u/o Biegen möglichst vollständig aufoxidiert (aufoxidieren), ohne daß sie allerdings ihre Schutzfunktion für die Silberschicht während der Wärmebehandlung verliert (verlieren). Erfahrungsgemäß ist dies dann in der Regel der Fall, wenn der Imaginärteil  $k$  des komplexen Brechungsindex  $n + ik$  der Einbettungsschicht(en) bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Low-E- u/o Sonnenschutz-Beschichtung mehr als 0,01, vorzugsweise mindestens 0,04, und nach einem nachfolgenden thermischen Vorspann- u/o Biegeprozeß weniger als 0,01 beträgt.

[0017] Der Meßwert des Brechungsindex bei einer Wellenlänge von 450 nm hat sich als besonders gut geeignet zur Qualifizierung einer ITO-Schicht im Rahmen der Erfindung herausgestellt. Der Imaginärteil des Brechungsindex von suboxidischem ITO liegt am unteren Rand des sichtbaren Spektralbereichs deutlich höher als bei höheren Wellenlängen, so daß er bei niedrigen Wellenlängen wie beispiels-

weise 450 nm besser einer Messung zugänglich ist. Bei voll oxidierten, d. h. im sichtbaren Spektralbereich praktisch absorptionsfreien, ITO-Schichten liegt der Imaginärteil ihres Brechungsindex im gesamten sichtbaren Spektralbereich klar unterhalb von 0,01.

[0018] Zwar reichen in manchen Fällen nur etwa 3 nm dicke Einbettungsschichten aus suboxidischem ITO aus, um die Silberschicht während der Wärmebehandlung zu schützen. Es hat sich jedoch gezeigt, daß Beschichtungen, bei denen zumindest die obere Einbettungsschicht eine Dicke von etwa 10 nm oder mehr hat, auch Wärmebehandlungen mit längerer Dauer u/o bei höheren Temperaturen unbeschadet überstehen. Dabei hat sich herausgestellt, daß größere Dicken als etwa 10 nm keine wesentliche Verbesserung der Wärmebeständigkeit mit sich bringen. Bei relativ geringen Dicken der suboxidischen ITO-Einbettungsschicht wird man erfahrungsgemäß deren Sauerstoffdefizit eher etwas höher einstellen müssen als bei größeren Dicken, um eine hinreichende Wärmebeständigkeit der Beschichtung zu erzielen. Überraschenderweise scheint die vorteilhafte Wirkung der erfahrungsgemäßen Einbettungsschichten aus suboxidischem ITO allerdings weniger darauf zu beruhen, daß sie die Sauerstoffdiffusion zur Silberschicht verhindern, daß sie also als Puffer- oder Sperrsicht wirken, wie einige der in diesem Zusammenhang vorbekannten Materialien. Die Erfinder vermuten vielmehr, daß die besonders gute Schutzwirkung der suboxidischen ITO-Schichten darauf beruht, daß sich durch deren Aufoxidation und die damit einher gehende Volumenvergrößerung Grenzflächenspannungen zwischen der Einbettungsschicht und der Silberschicht einstellen, die eine unerwünschte Agglomeration der Silberatome während der Wärmeeinwirkung wirksam verhindern. Die Höhe dieser Grenzflächenspannungen ist bei suboxidischen ITO-Schichten offenbar im Verhältnis zu anderen Materialien besonders günstig. Für diese Annahme spricht, daß die Wärmebeständigkeit erfahrungsgemäßer Beschichtungen vergleichsweise unabhängig von der Dauer der Wärmebehandlung ist und daß, wie bereits erwähnt, die Schutzwirkung der erfahrungsgemäßen Einbettungsschichten ab einer gewissen Dicke nicht mehr nennenswert zunimmt. Mit einer geringeren Schichtdicke nehmen die von der Einbettungsschicht auf die Silberschicht wirkenden Kräfte ab, was durch die zuvor erwähnte Erhöhung des Sauerstoffdefizits offenbar bis zu einem gewissen Maße kompensiert werden kann.

[0019] Für die untere Einbettungsschicht können grundsätzlich auch einige der Materialien, insbesondere Metalle oder Metallsuboxide, verwendet werden, wie sie aus den oben genannten früheren Veröffentlichungen in diesem Zusammenhang bekannt sind. Im Einzelfall, insbesondere bei niedrigen Temperaturen oder kurzer Dauer der Wärmebehandlung sowie bei der Verwendung relativ dicker oberer Einbettungsschichten kann es sogar möglich sein, eine voll oxidierte untere Einbettungsschicht zu verwenden. Es hat sich jedoch als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn auch die untere Einbettungsschicht aus suboxidischem ITO in einer Dicke von mindestens 3 nm hergestellt wird. Beschichtungen mit derartigen Schichtfolgen zeichnen sich nicht nur durch eine besonders hohe chemische Beständigkeit aus, sondern sind auch besonders wirtschaftlich herstellbar.

[0020] Es liegt im Rahmen der Erfindung, die Einbettungsschichten in einer solchen Dicke herzustellen, daß sie bereits ohne zusätzliche dielektrische Schichten als Entspiegelungsschichten für die Silberschicht(en) wirken. Eine verbesserte optische Anpassung und eine Optimierung des Beschichtungsprozesses ist jedoch dann möglich, wenn die Beschichtung mindestens eine weitere dielektrische Schicht

umfaßt, die aus einem der für diesen Zweck geeigneten Material besteht, insbesondere überwiegend aus einem Oxid von Sn, Ti, Zn, Nb, Ce, Hf, Ta, Zr, Al u/o Si u/o einem Nitrid von Si u/o Al. Es versteht sich, daß diese Schichtmaterialien in bekannter Weise ihre Eigenschaften modifizierende u/o ihre Herstellung erleichternde Zusätze, z. B. Dotierungen oder andere Reaktivgase, wie im Falle der Oxide insbesondere von Stickstoff, aufweisen können. Es hat sich allerdings herausgestellt, daß im Rahmen der Erfindung die Verwendung von Oxinitriden in aller Regel vorzuziehen ist. Die optischen Dicken etwaiger zusätzlicher dielektrischer Schichten wird man im Normalfall so einstellen, daß sie zusammen mit den Einbettungsschichten die Silberschicht(en) möglichst gut entspiegeln. Wenn es auch in besonderen Fällen wünschenswert sein kann, wenn die zusätzlichen dielektrischen Schichten lichtabsorbierend wirken, so werden sie doch im Regelfall so ausgewählt werden, daß sie die Lichtdurchlässigkeit der Beschichtung möglichst wenig mindern.

[0021] Die lichtdurchlässige Silberschicht wird im Regelfall lediglich aus Silber ohne weitere Zusätze bestehen, wie es im Bereich von Low-E- u/o Sonnenschutz-Beschichtungen generell üblich ist. Es liegt jedoch im Rahmen der Erfindung, die Eigenschaften der Silberschicht durch das Hinzufügen von Dotierungen, Legierungszusätzen oder dergleichen zu modifizieren, solange wie die für die Funktion als hoch lichtdurchlässige und gering lichtabsorbierende IR-Reflexionsschicht benötigten Eigenschaften einer Silberschicht hierdurch nicht erheblich verschlechtert werden. So weit im Rahmen der Erfindung von Silberschichten die Rede ist, umfaßt dies regelmäßig auch derart modifizierte Schichten. Die Dicke der Silberschicht(en) hängt von den angestrebten optischen Eigenschaften ab. Im Falle hoch lichtdurchlässiger Low-E-Beschichtungen mit einer einzelnen Silberschicht wird deren Dicke typischerweise etwa 6–15 nm betragen, während die Gesamtdicke aller Silberschichten bei Sonnenschutz-Beschichtungen typischerweise bei etwa 12–30 nm liegt.

[0022] Es liegt im Rahmen der Erfindung, mehrere Schichtfolgen aus unterer Einbettungsschicht, Silberschicht und oberer Einbettungsschicht einzusetzen, um die optischen Eigenschaften der Sonnenschutz- u/o Low-E-Beschichtung für die jeweilige Anwendung zu optimieren. Dabei werden bevorzugt innerhalb der Beschichtung ausschließlich solche Schichtfolgen eingesetzt, bei denen die oberen und vorzugsweise auch die unteren Einbettungsschichten jeweils die erfindungsgemäße Dicke und chemische Zusammensetzung einer suboxidischen ITO-Schicht aufweisen. Werden mehrere solcher erfindungsgemäßer Schichtfolgen innerhalb einer Beschichtung verwendet, so kann die Beschichtung grundsätzlich so gestaltet werden, daß die obere Einbettungsschicht einer Schichtfolge gleichzeitig die untere Einbettungsschicht der nächsten Schichtfolge ist. Im Regelfall wird man aber zwischen der oberen Einbettungsschicht der einen Schichtfolge und der unteren Einbettungsschicht der nächsten Schichtfolge zumindest eine weitere dielektrische Schicht vorsehen, die zusammen mit den beiden genannten Einbettungsschichten als entspiegelnde Fabry-Perot-Abstandsschicht zwischen den jeweiligen Silberschichten wirkt.

[0023] Um die Kratzfestigkeit der Beschichtung weiter zu verbessern, kann zwischen der Silberschicht und der oberen Einbettungsschicht jeweils eine dünne Haftschiicht, z. B. aus Cr, NiCr, Ni, Zr u/o Ti oder Edelstahl oder deren Suboxiden vorgesehen werden. Derartige Haftsichten sind an sich bekannt. Da sie als metallische oder suboxidische Schichten Licht im sichtbaren Spektralbereich absorbieren, liegt ihre Dicke bevorzugt im Bereich von wenigen Nanometern, üb-

licherweise bei höchstens etwa 3 nm oder weniger, um die Lichtdurchlässigkeit der Beschichtung möglichst wenig zu reduzieren. Im Rahmen der Erfindung soll aus diesem Grund die Dicke derartiger Haftsichten jedenfalls deutlich 5 geringer sein als die Dicke der jeweils benachbarten Einbettungsschicht.

[0024] Schließlich liegt es im Rahmen der Erfindung, die Beschichtung mit einer dünnen äußeren Schutzschicht aus Basis von Metalloxiden, Metalloxinitriden oder Metallnitriden 10 zu versehen, um deren mechanische u/o chemische Beständigkeit weiter zu verbessern. Die Dicke derartiger Schutzschichten liegt üblicherweise ebenfalls im Bereich nur weniger Nanometer. Als Materialien für derartige Schutzschichten kommen insbesondere TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> oder Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> in Frage.

[0025] Die Erfindung ist grundsätzlich unabhängig vom Herstellverfahren für die Beschichtung anwendbar. Sie eignet sich aber ganz besonders für Sonnenschutz- u/o Low-E-Beschichtungen, bei denen zumindest eine Schichtfolge aus 20 unterer Einbettungsschicht, Silberschicht und oberer Einbettungsschicht mittels der besonders wirtschaftlich zur Großflächenbeschichtung einsetzbaren Magnetron-Kathodenzerstäubung auf Glasscheiben aufgebracht wird. Bevorzugt wird dabei die gesamte Beschichtung mittels Magnetron-Kathodenzerstäubung hergestellt, bevor die beschichtete Glasscheibe der Wärmebehandlung unterzogen wird. Dabei werden die suboxidischen ITO-Einbettungsschichten ganz 25 bevorzugt durch das Sputtern von suboxidischen ITO-Tar-gets in einer inerten oder allenfalls geringfügig Sauerstoff enthaltenden Beschichtungsatmosphäre hergestellt. Alternativ kann dies aber auch durch das Sputtern von In-Sn-Legierungstargets in einer sauerstoffhaltigen Beschichtungsatmosphäre geschehen. Wesentlich ist, daß in beiden Fällen das 30 Beschichtungsverfahren durch die Einstellung geeigneter Beschichtungsparameter so geführt wird, daß sich das erfindungsgemäß angestrebte Sauerstoffdefizit einstellt. Es ist durch die Einstellung geeigneter Beschichtungsbedingungen darauf zu achten, daß jedenfalls die oberen Einbettungsschichten auch nach der Fertigstellung der Beschichtung immer noch suboxidisch sind und nicht bereits im Zuge des Aufbringens weiterer Teilschichten aufoxidieren.

[0026] Es hat sich gezeigt, daß der Beschichtungsprozeß bei der Verwendung suboxidischer ITO-Targets deutlich 35 Stabiler abläuft und das angestrebte Sauerstoffdefizit der suboxidischen Einbettungsschichten deutlich einfacher einzustellen ist als bei der Verwendung metallischer Targets. Dabei kommt es überraschenderweise nicht darauf an, daß das Sauerstoffdefizit des Targets sehr genau spezifiziert ist. Entscheidend für die verbesserte Steuerbarkeit des Sputterprozesses ist offenbar lediglich, daß überhaupt ein nennenswertes Sauerstoffdefizit im ITO-Target vorliegt.

[0027] Insbesondere unter prozeßtechnischen Gesichtspunkten ist es vorteilhaft, wenn sowohl die obere als auch die untere Einbettungsschicht gleichermaßen aus suboxidischem ITO besteht, wobei vorzugsweise beide ausgehend 45 von suboxidischen ITO-Targets in sauerstoffarmer Beschichtungsatmosphäre, insbesondere in einer Beschichtungsatmosphäre ohne Sauerstoffzusatz, gesputtert werden.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und einer Zeichnung weiter erläutert.

[0029] Es zeigen in schematischen Darstellungen

[0030] Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Erfindung in ihrer einfachsten Form, bei der die Beschichtung genau eine erfindungsgemäße Schichtfolge umfaßt; und

[0031] Fig. 2–5 weitere Ausführungsformen der Erfindung.

[0032] Fig. 1 zeigt in einer nicht maßstäblichen Schnittdarstellung eine Glasscheibe 1 mit einer Beschichtung 2.

Die Beschichtung **2** besteht aus einer erfindungsgemäßen Schichtfolge, die eine lichtdurchlässige Silberschicht **3**, eine obere Einbettungsschicht **4** und eine untere Einbettungsschicht **5** umfaßt. Die beiden Einbettungsschichten **4, 5** haben derartige optische Dicken, daß sie als Entspiegelungsschichten für die Silberschicht **3** wirken. Sie bestehen aus suboxidischem ITO, dessen Sauerstoffdefizit vorzugsweise so eingestellt ist, daß der Imaginärteil  $k$  des komplexen Brechungsindex  $n + ik$  bei der Einbettungsschichten **4, 5** bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Beschichtung **2** mehr als 0,01 und nach einem nachfolgenden thermischen Vorspann- u/o Biegeprozeß weniger als 0,01 beträgt.

[0033] Die in **Fig. 1** dargestellte Low-E- u/o Sonnenschutz-Beschichtung **2** stellt die einfachste Ausführungsform der Erfindung dar. Die Beschichtung **2** kann, wie oben bereits erläutert und den nachfolgenden Ausführungsbeispielen zu entnehmen, durch weitere Schichten vervollständigt werden, um ihre Eigenschaften weiter zu optimieren.

[0034] Die übrigen Figuren werden im Zusammenhang mit den Ausführungsbeispielen näher erläutert. Soweit die Lichtdurchlässigkeit beschichteter Glasscheiben in den Beispielen beifürwortet wird, handelt es sich um Messungen gemäß ISO 9050 (D65). Die Meßwerte für den Streulichtanteil des transmittierten Lichts wurden gemäß ASTM D1003 ermittelt.

#### Beispiel 1 (**Fig. 2**)

[0035] Auf eine  $3,2 \cdot 6 \text{ m}^2$  große, 4 mm dicke Floatglasscheibe **1** werden in einer Durchlauf-Beschichtungsanlage mittels Magnetron-Kathodenzerstäubung nacheinander folgende Schichten aufgetragen:

- eine untere dielektrische Schicht **6** aus  $\text{TiO}_2$  (12 nm),
- eine untere Einbettungsschicht **5** aus suboxidischem ITO (10 nm),
- eine Silberschicht **3** (10 nm),
- eine Haftschicht **8** aus NiCr (3 nm),
- eine obere Einbettungsschicht **4** aus suboxidischem ITO (10 nm),
- eine obere dielektrische Schicht **7** aus  $\text{SnO}_2$  (31 nm) und
- eine äußere Schutzschicht **9** aus  $\text{TiO}_2$  (3 nm).

[0036] Die  $\text{TiO}_2$ -Schichten **6, 9** werden mit Hilfe von Zwillingstargets und unter Anwendung der Mittelfrequenz-Sputtertechnik in einer  $\text{Ar}/\text{O}_2$ -Atmosphäre gesputtert. Die suboxidischen ITO-Schichten **4, 5** werden mit Hilfe von suboxidischen ITO-Targets durch DC-Kathodenzerstäubung in einer Ar-Atmosphäre ohne Sauerstoffzusatz gesputtert. Auch die Silberschicht **3** und die NiCr-Schicht **8** werden jeweils in einer sauerstofffreien Ar-Atmosphäre gesputtert. Die  $\text{SnO}_2$ -Schicht **7** wird in einer reaktiven  $\text{Ar}/\text{O}_2$ -Atmosphäre gesputtert.

[0037] Die erfindungsgemäßen suboxidischen ITO-Schichten **4, 5** haben beide einen komplexen Brechungsindex, dessen Realteil  $n$  von 2,23 bei 380 nm auf 1,94 bei 780 nm zurückgeht und dessen Imaginärteil  $k$  von 0,12 bei 380 nm auf 0,04 bei 780 nm abnimmt. Bei 450 nm hat  $k$  einen Wert von 0,08.

[0038] Die beschichtete Floatglasscheibe **1** hat nach der Fertigstellung der Beschichtung **2** eine Lichtdurchlässigkeit von 78%. Der Flächenwiderstand der Beschichtung **2** liegt bei  $5,8 \Omega$ .

[0039] Im Anschluß daran werden aus der Floatglasscheibe **1** mehrere  $50 \cdot 100 \text{ cm}^2$  große Glasscheiben herausgeschnitten. Die Kanten der Glasscheiben werden gesäumt

und die Glasscheiben sodann durch einen Vorspannofen geschickt.

[0040] Nach dem thermischen Vorspannen haben die beschichteten Glasscheiben eine Lichtdurchlässigkeit von 84,5%, der Flächenwiderstand der Low-E-Beschichtung beträgt nur noch  $4,2 \Omega$ . Für den Streulichtanteil wird ein Wert von weniger als 0,2% gemessen. Die zuvor suboxidischen ITO-Schichten **4, 5** sind praktisch absorptionsfrei; der Imaginärteil ihres Brechungsindex liegt nach der Wärmebehandlung deutlich unter 0,01 (bei 450 nm). Werden die vorgespannten Glasscheiben mit der Low-E-Beschichtung jeweils mit einer weiteren unbeschichteten Floatglasscheibe zu einer Isolierglasscheibe verarbeitet, wobei die Beschichtung dem Scheibenzwischenraum zugewandt angeordnet wird, so beträgt die Lichtdurchlässigkeit der Isolierglasscheiben 76%. Mit einem Scheibenzwischenraum von 16 mm und einer Argonfüllung haben die Isolierglasscheiben einen  $k$ -Wert von lediglich  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  (DIN EN 673).

#### Beispiel 2 (**Fig. 3**)

[0041] Auf eine  $3,2 \cdot 6 \text{ m}^2$  große, 4 mm dicke Floatglasscheibe **1** werden in einer Durchlauf-Beschichtungsanlage mittels Magnetron-Kathodenzerstäubung nacheinander folgende Schichten aufgetragen:

- eine untere dielektrische Schicht **6** aus  $\text{SnO}_2$  (25 nm),
- eine untere Einbettungsschicht **5** aus suboxidischem ITO (10 nm),
- eine Silberschicht **3** (9 nm),
- eine Haftschicht **8** aus NiCr (3 nm),
- eine obere Einbettungsschicht **4** aus suboxidischem ITO (10 nm) und
- eine obere dielektrische Schicht **7** aus  $\text{SnO}_2$  (25 nm).

[0042] Die Einbettungsschichten **4, 5** aus suboxidischem ITO werden mit Hilfe von suboxidischen ITO-Targets durch DC-Kathodenzerstäubung in einer Ar-Atmosphäre ohne Sauerstoffzusatz gesputtert. Auch die Silberschicht **3** und die NiCr-Schicht **8** werden jeweils in einer sauerstofffreien Ar-Atmosphäre gesputtert. Die  $\text{SnO}_2$ -Schichten **6, 7** werden in einer reaktiven  $\text{Ar}/\text{O}_2$ -Atmosphäre gesputtert.

[0043] Die beschichtete Floatglasscheibe **1** hat nach der Fertigstellung der Beschichtung **2** eine Lichtdurchlässigkeit von 70,5%. Der Flächenwiderstand der Beschichtung **2** liegt bei  $8,1 \Omega$ . Der Imaginärteil des Brechungsindex der ITO-Schichten **4, 5** entspricht demjenigen von Beispiel 1.

[0044] Im Anschluß daran werden aus der Floatglasscheibe **1** mehrere  $50 \cdot 100 \text{ cm}^2$  große Glasscheiben herausgeschnitten. Die Kanten der Glasscheiben werden gesäumt, und die Glasscheiben werden sodann durch einen Vorspannofen geschickt.

[0045] Nach dem Vorspannen haben die beschichteten Glasscheiben eine Lichtdurchlässigkeit von 84%, der Flächenwiderstand der Low-E-Beschichtung beträgt nur noch  $6,2 \Omega$ . Für den Streulichtanteil wird ein Wert von weniger als 0,2% gemessen. Die zuvor suboxidischen ITO-Schichten **4, 5** sind im sichtbaren Spektralbereich praktisch absorptionsfrei; der Imaginärteil ihres Brechungsindex liegt nach der Wärmebehandlung deutlich unter 0,01 (bei 450 nm).

#### Beispiel 3 (**Fig. 4**)

[0046] Eine  $10 \cdot 10 \text{ cm}^2$  große, 2 mm dicke Floatglasscheibe **1** wird in eine Labor-Beschichtungsanlage eingeschleust. Sodann wird ausgehend von einem keramischen ITO-Target mit Argon-Sputtergas Zusatz von Sauerstoff

eine untere Einbettungsschicht **5** aus suboxidischem ITO gesputtert, deren Dicke etwa 40 nm beträgt. Anschließend wird in sauerstofffreier Atmosphäre eine erste, 12 nm dicke Silberschicht **3** aufgebracht. Auf die erste Silber-Schicht **3** werden wie zuvor beschrieben nacheinander eine weitere suboxidische ITO-Schicht **4** (80 nm), eine zweite Silberschicht **13** (12 nm) und eine dritte suboxidische ITO-Schicht **14** (40 nm) aufgebracht. Die derart beschichtete Glasscheibe **1** hat eine Lichtdurchlässigkeit von 39% und die Beschichtung **2** hat einen Flächenwiderstand von  $3,5 \Omega$ .

[0047] Die zweite ITO-Schicht **4** ist gleichzeitig obere Einbettungsschicht für die erste Silberschicht **3** und untere Einbettungsschicht für die zweite Silberschicht **13**. Sie hat eine solche Dicke, daß sie als entspiegelnde Fabry-Perot-Abstandsschicht für die beiden Silberschichten **3, 13** wirkt.

[0048] Die beschichtete Glasscheibe **1** wird in einen auf  $650^\circ\text{C}$  aufgeheizten Ofen geschoben und nach 10 Minuten wieder herausgenommen. Ihre Lichtdurchlässigkeit liegt nach dieser Wärmebehandlung bei 80%, und die Beschichtung hat einen Flächenwiderstand von  $1,8 \Omega$ . Für den Streulichtanteil wird ein Wert von weniger als 0,2% gemessen.

[0049] In einer Variante wird so vorgegangen, daß die suboxidischen ITO-Schichten **4, 5, 14** in einer hauptsächlich Ar enthaltenden Beschichtungsatmosphäre gesputtert werden, der geringfügig Sauerstoff zugesetzt wird (4 sccm). Dieser Sauerstoffzusatz ist so gering bemessen, daß der Imaginärteil des Brechungsindex der suboxidischen ITO-Schichten **4, 5, 14** bei 450 nm mehr als 0,01 beträgt. Die Lichtdurchlässigkeit der beschichteten Glasscheibe **1** beträgt nach der Fertigstellung der Beschichtung **2** und vor der Wärmebehandlung 53%. Der Flächenwiderstand der Beschichtung **2** beträgt  $3,3 \Omega$ .

[0050] Nach der Wärmebehandlung ergibt sich eine Lichtdurchlässigkeit der vorgespannten Glasscheibe mit Low-E-Beschichtung von 80% und ein Flächenwiderstand der Beschichtung von  $1,8 \Omega$ . Die thermisch behandelten Glasscheiben zeigen kein störendes Streulicht. In beiden Fällen sind die zuvor suboxidischen ITO-Schichten im sichtbaren Spektralbereich praktisch absorptionsfrei.

#### Beispiel 4 (Fig. 5)

[0051] Mehrere 2,1 mm dicke Floatglasscheiben **1** werden in eine Beschichtungsanlage eingeschleust. Es wird jeweils folgende Beschichtung **2** mittels Magnetron-Kathodenzerstäubung aufgebracht:

- eine untere dielektrische Schicht **6** aus  $\text{SnO}_2$  (24 nm)
- eine untere Einbettungsschicht **5** aus suboxidischem ITO (15 nm)
- eine erste Silberschicht **3** (7 nm)
- eine erste obere Einbettungsschicht **4** aus suboxidischem ITO (15 nm)
- eine mittlere dielektrische Schicht **7** aus  $\text{SnO}_2$  (66 nm)
- eine zweite untere Einbettungsschicht **15** aus suboxidischem ITO (15 nm)
- eine zweite Silberschicht **13** aus Silber (8 nm)
- eine zweite obere Einbettungsschicht **14** aus suboxidischem ITO (15 nm)
- eine obere dielektrische Schicht **17** aus  $\text{SnO}_2$  (20 nm).

[0052] Die  $\text{SnO}_2$ -Schichten werden in einer reaktiven  $\text{Ar}/\text{O}_2$ -Atmosphäre gesputtert, die suboxidischen ITO-Schichten werden von einem suboxidischen ITO-Target in einer Ar-Atmosphäre gesputtert. Die Silberschichten werden in einer Ar-Atmosphäre gesputtert.

[0053] Die Lichtdurchlässigkeit der beschichteten Glasscheiben **1** liegt nach der Fertigstellung der Beschichtung **2** bei 66,6%, der Flächenwiderstand der Beschichtung **2** liegt bei  $4,7 \Omega$ . Der Streulichtanteil liegt bei 0,11%.

5 [0054] Die beschichteten Glasscheiben **1** werden in einem Ofen für 5 Minuten einer Temperatur von  $650^\circ\text{C}$  ausgesetzt, ein Teil der Glasscheiben **1** wird unter Schwerkraffteinfluß gebogen, ein anderer Teil wird in einer Zangenhalterung frei aufgehängt und nicht verformt.

10 [0055] Nach der thermischen Behandlung ergeben sich an den planen Glasscheiben folgende Meßwerte: Lichtdurchlässigkeit 77,6%, Flächenwiderstand der Beschichtung  $2,7 \Omega$ , Streulichtanteil 0,12%. Die Meßwerte der gebogenen Glasscheiben liegen in der gleichen Größenordnung.

#### Gegenbeispiel 1

[0056] In einer Labor-Beschichtungsanlage wird auf  $10 \cdot 10 \text{ cm}^2$  große, 2 mm dicke Floatglasscheiben ein Doppeisilber-Schichtsystem mit einer Schichtfolge  $\text{SnO}_2$  (29 nm)/ITO (10 nm)/Ag (8 nm)/ITO (10 nm)/ $\text{SnO}_2$  (76 nm)/ITO (10 nm)/Ag (8 nm)/ITO (10 nm)/ $\text{SnO}_2$  (25 nm) aufgebracht. Im Unterschied zur Beschichtung gemäß Beispiel 4 werden allerdings die vier ITO-Schichten durch Sputtern eines metallischen Indium-Zinn-Targets in einer  $\text{Ar}/\text{O}_2$ -Atmosphäre hergestellt. Der Sauerstoff-Fluß wird so bemessen, daß die resultierenden ITO-Schichten vollständig oxidiert sind und keine Absorption aufweisen, so daß der Imaginärteil ihres Brechungsindex bei 450 nm unter 0,01 liegt. Das wird bei der verwendeten Beschichtungsanlage dadurch erreicht, daß bei einer Sputterleistung von 300 W ein Sauerstoff-Fluß von 22 sccm  $\text{O}_2$  eingestellt wird.

20 [0057] Die derart beschichtete Glasscheibe wird in einem Laborofen 10 min. lang auf  $650^\circ\text{C}$  aufgeheizt. Die Lichttransmission steigt im Laufe der Wärmebehandlung geringfügig von 80 auf 81% an. Der Flächenwiderstand sinkt leicht von  $3,0 \Omega$  auf  $2,7 \Omega$ . Allerdings zeigt diese Glasscheibe nach der Wärmebehandlung einen hohen Streulichtanteil von über 0,5%, so daß sie etwa als Windschutzscheibe für Kraftfahrzeuge wegen des dort erforderlichen niedrigen Streulichtanteils nicht verkaufsfähig wäre.

#### Gegenbeispiel 2

[0058] Eine  $3,2 \cdot 6,0 \text{ m}^2$  große, 4 mm dicke Floatglascheibe wird in eine Durchlauf-Beschichtungsanlage eingeschleust. Danach werden nacheinander eine  $\text{SnO}_2$ -Schicht (35 nm), eine vollständig oxidierte ITO-Schicht (3 nm), eine Silberschicht (8 nm), eine NiCr-Schicht (3 nm), eine weitere vollständig oxidierte ITO-Schicht (3 nm) und eine  $\text{SnO}_2$ -Schicht (35 nm) aufgetragen. Die ITO-Schichten werden von einem metallischen Indium-Zinn-Target in einer  $\text{Ar}/\text{O}_2$ -Atmosphäre gesputtert, so daß sie praktisch keine Absorption im sichtbaren Spektralbereich zeigen.

55 [0059]  $10 \cdot 10 \text{ cm}^2$  große Stücke dieser Floatglascheibe werden in einem Laborofen 10 min. lang auf  $650^\circ\text{C}$  aufgeheizt. Nach der Wärmebehandlung zeigen diese Glasscheiben starkes Streulicht (Streulichtanteil über 1,2%). Während sich die Lichtdurchlässigkeit der beschichteten Glasscheiben von 85% während der Wärmebehandlung nicht nennenswert ändert, nimmt der Flächenwiderstand von 8 auf  $12,5 \Omega$  zu. Damit sind diese Scheiben nicht als Low-E- oder Sonnenschutzscheiben verwendbar.

60 [0060] Es versteht sich, daß die Anwendung der Erfindung nicht auf die Schichtaufbauten der Beispiele beschränkt ist. Es liegt insbesondere im Rahmen der Erfindung, andere Materialien für die dielektrischen Schichten

als SnO<sub>2</sub> zu verwenden oder innerhalb der Beschichtung unterschiedliche Materialien für die dielektrischen Schichten – soweit vorhanden – einzusetzen. Die Tatsache, daß eine Schichtdicke von etwa 10 nm oder weniger für die erfundungsgemäße obere und ggf. untere Einbettungsschicht(en) aus suboxidischem ITO ausreicht, um die Silberschicht(en) effektiv zu schützen, erlaubt die Herstellung einer großen Vielzahl von Schichtsystemen, die je nach Anwendung durch geeignete Dicken- und Materialauswahlen der Einzelschichten optimiert sind, ohne von der Grundidee der Erfahrung abzuweichen.

## Bezugszeichenliste

**1** (Float-)Glasscheibe**2** Beschichtung**3** Silberschicht**4** obere Einbettungsschicht**5** untere Einbettungsschicht**6** dielektrische Schicht**7** dielektrische Schicht**8** Haftsicht**9** Schutzschicht**13** Silberschicht**14** obere Einbettungsschicht**15** untere Einbettungsschicht**17** dielektrische Schicht**18** Haftsicht

## Patentansprüche

1. Glasscheibe als Vorprodukt für die Herstellung einer thermisch vorgespannten u/o gebogenen Glasscheibe, mit einer Beschichtung (**2**), die mindestens eine Schichtfolge aus einer lichtdurchlässigen Silberschicht (**3, 13**), einer unter der Silberschicht (**3, 13**) angeordneten unteren Einbettungsschicht (**5, 15**) und einer über der Silberschicht (**3, 13**) angeordneten suboxidischen oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) umfaßt,

**dadurch gekennzeichnet**, daß

die mindestens 3 nm dicke obere Einbettungsschicht (**4, 14**) aus suboxidischem ITO (Indium-Zinn-Oxid) besteht.

2. Glasscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Atomverhältnis von In zu Sn in der oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) bei 80 : 20 bis 99 : 1 liegt, vorzugsweise bei etwa 90 : 10.

3. Glasscheibe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sauerstoffdefizit und die Dicke der oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) so eingestellt sind, daß während eines nachfolgenden thermischen Vorspann- u/o Biegeprozesses der Flächenwiderstand der Beschichtung (**2**) gleichbleibt oder abnimmt, die Lichtdurchlässigkeit der fertig beschichteten Glasscheibe (**1, 2**) zunimmt und der Streulichtanteil der beschichteten Glasscheibe (**1, 2**) 0,5% nicht überschreitet.

4. Glasscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sauerstoffdefizit der oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) so eingestellt ist, daß der Imaginärteil des komplexen Brechungsindex der oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Beschichtung (**2**) mehr als 0,01 und nach einem nachfolgenden thermischen Vorspann- oder Biegeprozeß weniger als 0,01 beträgt.

5. Glasscheibe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Imaginärteil des komplexen Brechungsindex der oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Beschichtung (**2**) mindestens 0,04 beträgt.

6. Glasscheibe einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens 3 nm dicke untere Einbettungsschicht (**5, 15**) aus suboxidischem ITO besteht.

7. Glasscheibe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Atomverhältnis von In zu Sn in der unteren Einbettungsschicht (**5, 15**) bei 80 : 20 bis 99 : 1 liegt, vorzugsweise bei etwa 90 : 10.

8. Glasscheibe nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Sauerstoffdefizit der unteren Einbettungsschicht (**5, 15**) so eingestellt ist, daß der Imaginärteil des komplexen Brechungsindex der unteren Einbettungsschicht (**5, 15**) bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Beschichtung (**2**) mehr als 0,01 und nach einem nachfolgenden thermischen Vorspann- oder Biegeprozeß weniger als 0,01 beträgt.

9. Glasscheibe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Imaginärteil des komplexen Brechungsindex der unteren Einbettungsschicht (**5, 15**) bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Beschichtung (**2**) mindestens 0,04 beträgt.

10. Glasscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (**2**) außerdem mindestens eine unterhalb der unteren Einbettungsschicht (**5, 15**) u/o oberhalb der oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) angeordnete dielektrische Schicht (**6, 7, 17**) umfaßt.

11. Glasscheibe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die mind. eine dielektrische Schicht (**6, 7, 17**) überwiegend aus einem Oxid von Sn, Ti, Zn, Nb, Ce, Hf, Ta, Zr, Al u/o Si u/o einem Nitrid von Si u/o Al besteht.

12. Glasscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Silberschicht (**3, 13**) und der oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) eine dünne Haftsicht (**8**), insbesondere aus Cr, Ni, NiCr, Zr u/o Ti oder Edelstahl oder deren Suboxiden, angeordnet ist.

13. Glasscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (**2**) eine dünne äußere Schutzschicht (**9**) aus einem Metallocid, Metalloxinitrid oder Metallnitrid umfaßt.

14. Verfahren zur Herstellung einer thermisch vorgespannten u/o gebogenen Glasscheibe mit einer Sonnenschutz- u/o Low-E-Beschichtung, dadurch gekennzeichnet, daß ein thermischer Vorspann- u/o Biegeprozeß mit einer Temperatur von  $620 \pm 50^\circ\text{C}$  bei einer Vorprodukt-Glasscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche durchgeführt wird.

15. Verfahren zur Herstellung einer thermisch vorgespannten u/o gebogenen Glasscheibe mit einer Low-E- u/o Sonnenschutz-Beschichtung, wobei zunächst eine Beschichtung (**2**) auf eine plane Glasscheibe (**1**) aufgebracht wird, die mindestens eine mittels Magnetron-Kathodenerstäubung aufgebrachte Schichtfolge aus einer lichtdurchlässigen Silberschicht (**3, 13**), einer unter der Silberschicht (**3, 13**) angeordneten unteren Einbettungsschicht (**5, 15**) und einer über der Silberschicht (**3, 13**) angeordneten suboxidischen oberen Einbettungsschicht (**4, 14**) umfaßt, und wobei nach der Fertigstellung der Beschichtung (**2**) die Glasscheibe (**1**) einem thermischen Vorspann- u/o Biegeprozeß unter-

worfen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens 3 nm dicke obere Einbettungsschicht (4, 14) als suboxidische ITO-Schicht (Indium-Zinn-Oxid-Schicht) aufgebracht wird, derart, daß sie sich auch nach der Fertigstellung der Beschichtung (2) noch in 5 suboxidischem Zustand befindet.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Einbettungsschicht (4, 14) als suboxidische ITO-Schicht mit einem Atomverhältnis von In zu Sn zwischen 80 : 20 und 99 : 1, vorzugsweise von etwa 90 : 10, aufgebracht wird. 10

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Sauerstoffdefizit und die Dicke der oberen Einbettungsschicht (4, 14) so eingestellt werden, daß während eines nachfolgenden thermischen Vorspann- u/o Biegeprozesses der Flächenwiderstand der Beschichtung (2) gleichbleibt oder abnimmt, die Lichtdurchlässigkeit der fertig beschichteten Glasscheibe (1, 2) zunimmt und der Streulichtanteil der beschichteten Glasscheibe (1, 2) 0,5% nicht überschreitet. 15

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17 dadurch gekennzeichnet, daß die obere Einbettungsschicht (4, 14) unter solchen Beschichtungsbedingungen aufgebracht wird, daß der Imaginärteil ihres komplexen Brechungsindex bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Beschichtung (2) mehr als 0,01, vorzugsweise mindestens 0,04, und nach dem thermischen Vorspann- oder Biegeprozeß weniger als 0,01 beträgt. 20

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Einbettungsschicht (4, 14) durch Sputtern eines suboxidischen ITO-Targets in einer allenfalls geringfügig Sauerstoff enthaltenden, insbesondere sauerstofffreien, Beschichtungsatmosphäre hergestellt wird. 30

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Einbettungsschicht (4, 14) durch Sputtern eines Indium-Zinn-Tar- 40 gets in einer Beschichtungsatmosphäre hergestellt wird, deren Sauerstoffgehalt niedriger eingestellt ist, als er zur Herstellung einer vollständig oxidierten ITO-Schicht erforderlich wäre.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens 3 nm 45 dicke untere Einbettungsschicht (5, 15) als suboxidische ITO-Schicht (Indium-Zinn-Oxid-Schicht) aufgebracht wird, derart, daß sie sich auch nach der Fertigstellung der Beschichtung (2) sich noch in suboxidischem Zustand befindet.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die untere Einbettungsschicht (5, 15) als ITO-Schicht mit einem Atomverhältnis von In zu Sn zwischen 80 : 20 und 99 : 1, vorzugsweise von etwa 90 : 10, aufgebracht wird. 55

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die untere Einbettungsschicht (5, 15) unter solchen Beschichtungsbedingungen aufgebracht wird, daß der Imaginärteil ihres komplexen Brechungsindex bei einer Wellenlänge von 450 nm nach der Fertigstellung der Beschichtung (2) mehr als 0,01, vorzugsweise mindestens 0,04, und nach dem thermischen Vorspann- u/o Biegeprozeß weniger als 0,01 beträgt. 60

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die untere Einbettungsschicht (5, 15) durch Sputtern eines suboxidischen ITO-Targets in einer allenfalls geringfügig Sauerstoff enthaltenden, insbesondere sauerstofffreien, Beschich-

tungsatmosphäre hergestellt wird.

25. Verfahren nach einem Anspruch 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die untere Einbettungsschicht (5, 15) durch Sputtern eines Indium-Zinn-Tar-gets in einer Beschichtungsatmosphäre hergestellt wird, deren Sauerstoffgehalt niedriger eingestellt ist, als er zur Herstellung einer vollständig oxidierten ITO-Schicht erforderlich wäre.

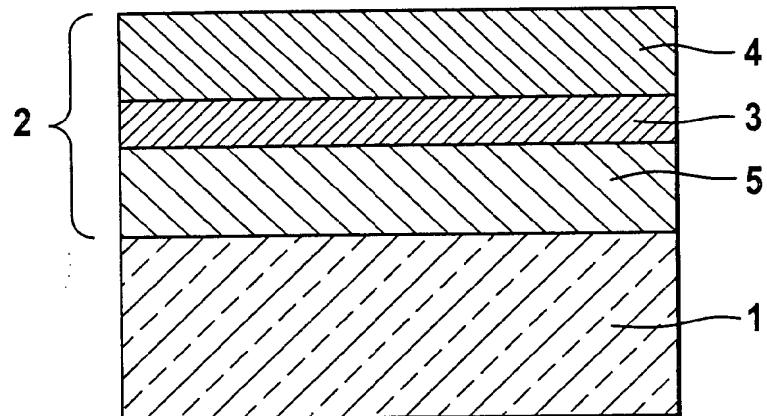
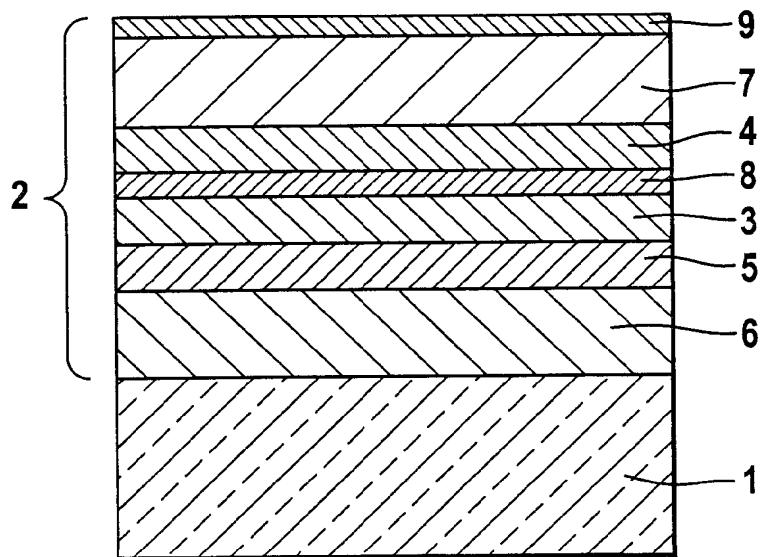
26. Thermisch vorgespannte u/o gebogene Glas- scheibe mit einer Sonnenschutz- u/o Low-E-Beschich- tung, die nach einem Verfahren gemäß einem der An- sprüche 15–25 hergestellt wurde.

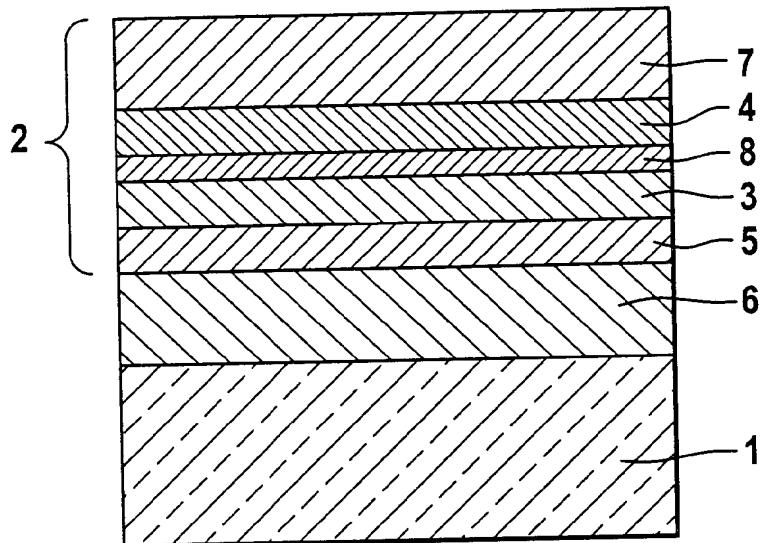
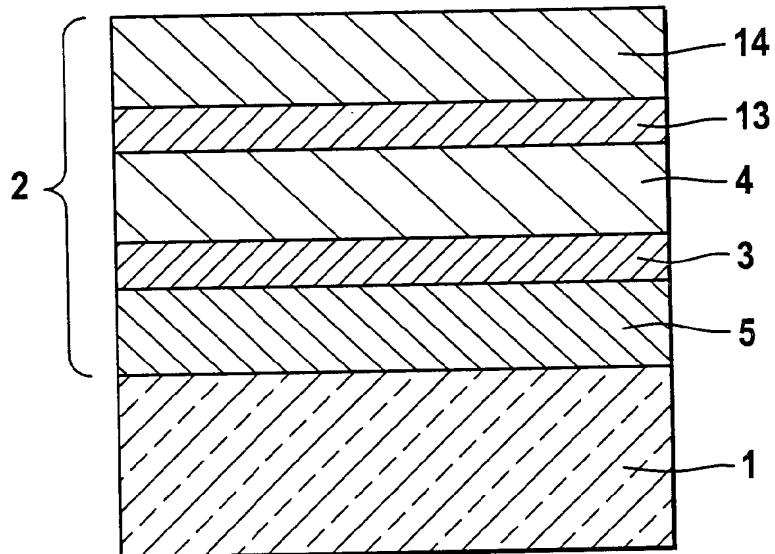
---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

**Fig. 1****Fig. 2**

**Fig. 3****Fig. 4**

**Fig. 5**